



лять прогнозирование более точно, принимать более взвешенные решения и в конечном итоге существенно повысить качество жизни населения.

### Литература

1. Быченков К.В., Е.А.Гриценко, Д.М. Мартышкин, О.Л.Сурнин, Т.В.Тяпухина. Разработка интеллектуальной системы поддержки принятия решений для оказания персонифицированной медицинской помощи пациентам на основе онтологий и компьютерных средств представления знаний // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды XIII международной конференции. – Самара: Самарский НЦ РАН, 2011.
2. Быченков К.В., Е.А.Гриценко, С.С.Разбегаева, П.О.Скобелев, О.Л.Сурнин, Т.В.Тяпухина, П.В.Тяпухин. Результаты разработки системы информационной поддержки врача общей практики // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды XI международной конференции. – Самара: Самарский НЦ РАН, 2009.
3. Витих В.А., Ситников П.В., Смирнов С.В. Онтологический подход к построению информационно-логических моделей в процессах управления социальными системами // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2009. – №5. – С. 45-53.
4. Cazzola M, Bergamaschi G, Dezza L, Arosio P. Manipulations of cellular iron metabolism for modulating normal and malignant cell proliferation. Blood, 1990;
5. Адашева Т.В., Демичева О.Ю. Метаболический синдром основы патогенетической терапии // Лечащий врач — 2003. - №10: 21-25.
6. Лапшин В. А. Онтологии в компьютерных системах. — М.: Научный мир, 2010.
7. Джексон Питер. Введение в экспертные системы. - СПб.: Издательский дом «Вильямс», 2001.
8. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. С. - П.: Питер», 2000.
9. Егоров Н.В., Карпов А.Г. Диагностические информационно-экспертные системы - М.: Вильямс, 2002 .

М.В. Андреев, Д.М. Мартышкин, П.В. Ситников

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ СЕМАНТИЧЕСКИХ БАЗ ЗНАНИЙ В ПОПУЛЯЦИОННОМ СКРИНИНГЕ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

(ООО «Открытый код»)

### Введение

Онкологические заболевания являются важной социальной проблемой здравоохранения, как Российской Федерации, так и других государств в связи с высоким уровнем инвалидизации и смертности. Несмотря на совершенствование методов лечения онкологических заболеваний, наибольших успехов в сни-



жении смертности удалось достичь за счёт внедрения программ скрининга онкологических заболеваний. Скрининг онкологических заболеваний на настоящий момент необходим при ряде значимых онкологических заболеваний: рак молочной железы, рак легкого, рак шейки матки, рак прямой кишки, рак предстательной железы и др. Изучается возможность применения скрининга при раке желудка, раке кожи, раке полости рта.

В Российской Федерации на текущий момент не существует программ популяционного скрининга, равно как и программно-технических решений, обеспечивающих интеллектуальную поддержку принятия решений в этой области.

При этом в настоящее время на мировом рынке медицинского скрининга все более возрастает потребность в автоматизации и контроле качества процессов в связи с ростом масштабов медицинских исследований.

Интеллектуальная распределённая система популяционного скрининга онкологических заболеваний на основе баз знаний, будучи одной из первых на рынке медицинского скрининга РФ, сможет обеспечить решение проблем за счет применения инструментов для автоматизации процессов отбора, формирования и контроля результатов исследований скрининговых групп, обработки больших массивов данных, включая интеллектуальные алгоритмы обработки изображений, поддержки принятия решений на этапах скрининга.

### **Область применения**

В области диагностики и лечения онкологических заболеваний перед специалистами остро стоит проблема поддержки принятия решений при формировании персонального плана лечения, поскольку врачам приходится держать в голове большой объем информации о клиническом случае, своевременно отслеживать малейшие изменения в процессе заболевания и, при необходимости, вносить соответствующие изменения в план лечения. Именно для решения данных задач весьма полезным оказывается применение медицинских знаний, клинических рекомендаций и стандартов лечения заболеваний, представленных в компьютерной форме.

Основными местами применения полученных результатов будут являться специализированные учреждения здравоохранения, а именно: ЛПУ, медицинские институты и учреждения, занимающиеся популяционным скринингом и лечением онкологических заболеваний, онкоцентры, расположенные на территории Российской Федерации.

### **Подходы и методы создания интеллектуальной распределенной системы популяционного скрининга онкологических заболеваний**

Основопологающим подходом к созданию системы является использование в её основе сервисно-ориентированной архитектуры (SOA, Service-Oriented Architecture), которая основана на использовании распределённых, слабо связанных (loose coupling) заменяемых компонентов, оснащённых стандартизированными интерфейсами для взаимодействия по стандартизированным протоколам, а также применения онтологического подхода при построении интеллектуальных информационных систем. Использование в основе системы SOA-



архитектуры позволяет обеспечить независимость от используемых платформ и инструментов разработки, способствуя масштабируемости и управляемости создаваемых систем.

Научная новизна заложенных в основу системы решений обуславливается применением передовых методов построения интеллектуальных программных систем (технологий семантической сети и онтологий) для формального представления медицинских знаний, клинических рекомендаций и обмена информацией. Базовым элементом системы является интеллектуальная программная платформа создания баз знаний. Данная платформа позволяет создавать онтологические базы знаний применительно к различным областям деятельности. Основная идея заключается в том, чтобы предоставить специалистам/руководителям возможность формулировать запрос на естественном языке и получать от Системы полный перечень адресной (соответствующей семантике запроса) информации, «знаний» о заболевании и методиках лечения в рамках предметной области запроса, пригодный для принятия решений.

В отличие от баз данных, рассчитанных на хранение больших по объему и иерархически структурированных массивов однородных данных (например, «заболевание – метод лечения»), онтологии позволяют работать с совершенно разнородными данными, не имеющими фиксированной структуры (данные о заболеваниях, способах диагностики, медицинских учреждениях и т.д.), структура которых является сетевой и часто дополняется или меняется, в частности, с принятием каждого нового закона или реформированием бизнес-процесса предоставления медицинских услуг, изменением методики лечения, появлением нового лекарственного препарата или метода диагностики и др. При этом онтология может играть роль метаданных, описывающих не только саму структуру данных (например, данных о заболевании или методике лечения), но и методов доступа к этим данным во внешних базах данных.

На рисунке 1 представлена схема составных модулей Системы.



Рис. 2. Состав системы



**Модуль взаимодействия с пациентами.** Предназначен для работы с различными целевыми группами пациентов, участвующих в процедуре скрининга клинической информации. Используется для анализа исходных медицинских данных о пациентах, классификации пациентов по группам риска, отбора пациентов из наиболее «рисковых» групп для прохождения процедур скрининга, приглашения пациентов принять участие в процедуре скрининга по различным каналам связи (телефон, СМС, почта, e-mail), а также для формирования статистической информации.

**Модуль сбора и анализа данных.** Оптимизирует процессы получения первичных медицинских данных за счет обеспечения унификации действий, выполняемых медицинским персоналом в процессе скрининга. Модуль также ориентирован на оптимизацию процесса обработки получаемых при скрининге или из электронной медицинской карты пациента (ЭМК) первичных медицинских данных (снимков КТ, МРТ, диагнозов и т. д.) за счет подготовки данных к анализу и автоматизации его выполнения медицинским персоналом. Используется для постановки диагноза на основе результатов анализа данных исследований пациентов или для определения вероятности риска развития онкологического заболевания. Тесно взаимосвязан с модулем поддержки принятия решений.

**Модуль онтологии клинических рекомендаций.** Модуль позволяет описывать в формализованном виде знания из клинических рекомендаций и стандартов оказания медицинской помощи. В модуле создается и модифицируется структура онтологии рисков возникновения заболеваний, методов диагностики и клинических рекомендаций с возможностью визуализации данных семантической сети. Клинические рекомендации должны использоваться не только врачами, но и пациентами для выбора оптимального образа жизни до, во время и после проведения лечения. Все рекомендации строятся на основе онтологии клинических рекомендаций и данных клинических случаев пациентов.

**Модуль поддержки принятия решений.** Осуществляет преобразование знаний, хранящихся в онтологиях, в рекомендации для клинических случаев, обрабатываемых в информационных системах. Информация о клиническом случае может поступать как в виде полноценного описания, так и в виде истории болезни, импортированной из внешней информационной системы. Модуль также формирует алгоритм лечения в виде пошаговой информации о способах лечения или о способах минимизации рисков развития онкологических заболеваний; детальную информацию о рекомендуемых пациенту медикаментах, способам их применения и дозировке.

**Модуль интеграции.** Предназначен для обеспечения интеграционных процессов системы с другими внешними информационными системами, в первую очередь с Единой государственной системой здравоохранения (ЕГИСЗ), а именно обеспечение обмена данными между информационными системами (экспорт и импорт). Кроме того, обеспечивает процедуру аутентификации пользователя для доступа к системе, позволяет пользователю посредством интегрированной поисковой системы осуществлять поиск нужной клинической



информации, а также предоставляет возможности по редактированию, наполнению и удалению информации из базы знаний, включая данные обо всех атрибутах, сущностях и связях.

### **Заключение**

Интеллектуальная распределенная система популяционного скрининга онкологических заболеваний позволит реализовать качественно новый подход к проведению популяционного скрининга онкологических заболеваний, удовлетворяющий критериям современных скрининговых методов, обеспечивая интеллектуальную поддержку принятия врачебных решений на основе медицинских баз знаний.

За счёт применения инструментов для автоматизации процессов отбора, формирования и контроля результатов исследований скрининговых групп, обработки больших массивов данных, включая интеллектуальные алгоритмы обработки изображений, поддержки принятия решений на этапах скрининга система обеспечивает существенные преимущества перед ближайшими аналогами и обладает большим потенциалом на рынке программных решений для осуществления программ скрининга онкологических заболеваний среди населения различных стран.

Возможность раннего прогнозирования развития заболевания и диагностики на ранних стадиях позволяет осуществлять своевременное лечение, что оказывает прямое влияние на статистику онкологических заболеваний и существенно снижает смертность среди населения. Знания экспертов, задаваемых в виде онтологий причинно-следственных отношений, позволяют получать наиболее достоверную клиническую картину и подбирать наиболее оптимальную программу лечения, что в конечном итоге должно существенно повысить качество жизни населения.

### **Литература**

1. De Koning, H. J. Benefits and harms of computed tomography lung cancer screening strategies: A comparative modeling study for the U.S. Preventive services task force / De Koning H. J., Meza R., Plevritis S. K. // *Annals of Internal Medicine* . – 2014 . – Vol. 160, № 5 . – P. 311-320.
2. Volk, R. J. Feasibility of a patient decision aid about lung cancer screening with low-dose computed tomography / Volk R. J., Linder S. K., Leal V. B. // *Preventive Medicine* . – 2014 . – Vol. 62 . – P. 60-63.
3. Takashima, S. Small solitary pulmonary nodules ( $\leq 1$ cm) detected at population-based ct screening for lung cancer: reliable high-resolution ct features of benign lesions / Takashima S., Sone S., Li F. et al. // *A. J. of Roent* . – 2003 . – Vol. 180, №4 . – P. 955-964.
4. Douali, N. Decision support system based semantic web for personalized patient care / Douali N., De Roo J., Jaulent M.-C. // *Studies in Health Technology and Informatics* . – 2012 . – Vol. 180 . – P. 1203-1205.
5. Быченков К.В., Е.А.Гриценко, Д.М. Мартышкин, О.Л.Сурнин, Т.В.Тяпухина. Разработка интеллектуальной системы поддержки принятия ре-





шений для оказания персонифицированной медицинской помощи пациентам на основе онтологий и компьютерных средств представления знаний // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды XIII международной конференции. – Самара: Самарский НЦ РАН, 2011.

6. Быченков К.В., Е.А.Гриценко, С.С.Разбегаева, П.О.Скобелев, О.Л.Сурнин, Т.В.Тяпухина, П.В.Тяпухин. Результаты разработки системы информационной поддержки врача общей практики // Проблемы управления и моделирования в сложных системах: Труды XI международной конференции. – Самара: Самарский НЦ РАН, 2009.

7. Костицын, К. А. Современное состояние скрининга рака лёгкого // Medline.ru . – 2013 . – Т. 14, № 4 . – С. 900-916.

8. Wender, R. American Cancer Society lung cancer screening guidelines / Wender R., Fontham E. T., Barrera Jr. E. // CA Cancer Journal for Clinicians . – 2013 . – Vol. 63, № 2 . – P. 106-117.

9. Лапшин В. А. Онтологии в компьютерных системах. — М.: Научный мир, 2010.

А.С. Жарова

## ПОРТАТИВНЫЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧСС ПЛОДА

(Рязанский государственный радиотехнический университет)

Сердцебиение плода является основным показателем жизнеспособности будущего ребенка. Данный показатель отражает состояние плода и при возникновении неблагоприятной ситуации сразу изменяется, поэтому важной и актуальной задачей перинатальной медицины является создание прибора для определения частоты сердечных сокращений.

В случае возникновения изменения сердцебиения плода, важно назначить своевременное лечение. Определение жизнеспособности будущего ребенка, выявление тех или иных отклонений возможно по значениям частоты сердечных сокращений.

Изменение частоты сердечных сокращений плода происходит в результате дифференциации анатомических структур сердца и формирования блуждающего нерва и проводящей системы сердца [1].

Вычислить норму частоты сердечных сокращений плода можно по формуле:

$$A = 0,593B^2 + 8,6B - 139, \quad (1)$$

где

A - частота пульса в минуту,

B - срок беременности в неделях.

К концу беременности наступает некоторое уменьшение частоты сердечных сокращений до 140 ударов в минуту, и при рождении остается на этих